

Method of driving piezoelectric type ink jet headPatent Number: ☐ [EP0812689](#), [B1](#)

Publication date: 1997-12-17

Inventor(s): NAKAMURA SHIGEYOSHI (JP); NOU HIROSHI (JP); SEMBA SATOSHI (JP); MIKAMI TOMOHISA (JP)

Applicant(s): FUJITSU LTD (JP)

Requested Patent: ☐ [JP9327908](#)Application
Number: EP19970304028 19970610

Priority Number(s): JP19960148800 19960611

IPC Classification: B41J2/045; B41J2/21

EC Classification: [B41J2/045D](#), [B41J2/21C2](#)

Equivalents: CN1070110B, CN1172732, DE69700489D, DE69700489T, JP3349891B2,

☐ [US6217141](#)Cited Documents: [EP0437106](#); [US5221931](#); [US4714935](#); [EP0616891](#); [JP8058116](#); [JP2006137](#)

Abstract

Disclosed is a method of driving a piezo-electric type ink jet head for jetting inks out of a nozzle by making use of a distortion of a piezo-electric element. The driving method includes a first step of driving the piezo-electric element so that a meniscus of inks is receded from an initial position of the nozzle to a first position within the nozzle, a second step of driving the piezo-electric element so that the meniscus quickly advances from the first position to a second position within the nozzle, and a third step of driving the piezo-electric element so that the meniscus slowly advances from the second position to the initial position. A particle quantity of ink particles is changed by changing a movement quantity from the first position to the second

position in the second step. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-327908

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl.⁶

B 4 1 J 2/045
2/055

識別記号

庁内整理番号

F I

B 4 1 J 3/04

技術表示箇所

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-148800

(22) 出願日 平成8年(1996)6月11日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 中村 盛▲吉▼

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 納 浩史

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 林 恒徳 (外1名)

最終頁に続く

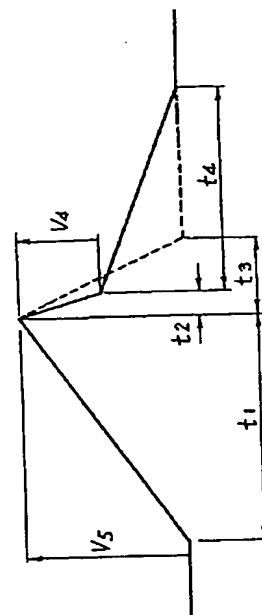
(54) 【発明の名称】 圧電型インクジェットヘッドの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 噴出するインク量を変化するための圧電型インクジェットヘッドの駆動方法に関し、インク粒量の変化幅を大きくするとともに、インク粒子の速度低下を防止する。

【解決手段】 インクを貯留する圧力室6と、前記圧力室6からインクを噴射するためのノズル1と、前記圧力室6に前記インクを噴射するための圧力を与えるための圧電素子5とを有する圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、ノズル1内で、インクが形成するメニスカス10が初期位置からノズル1内の第1の所定位置に後退するように、圧電素子5を駆動する第1のステップと、メニスカス10がノズル1内の第2の所定位置まで急速に前進するように、圧電素子5を駆動する第2のステップと、メニスカス10が初期位置にゆっくりと前進するように、圧電素子5を駆動する第3のステップとを有する。

第1の実施の形態の説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インクを貯留する圧力室と、前記圧力室からインクを噴射するためのノズルと、前記圧力室に前記インクを噴射するための圧力を与えるための圧電素子とを有する圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記ノズル内で、インクが形成するメニスカスが初期位置から前記ノズル内の第 1 の所定位置に後退するように、前記圧電素子を駆動する第 1 のステップと、

前記メニスカスが前記ノズル内の第 2 の所定位置まで急速に前進するように、前記圧電素子を駆動する第 2 のステップと、

前記メニスカスが前記初期位置にゆっくりと前進するように、前記圧電素子を駆動する第 3 のステップとを有することを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 2】 請求項 1 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 1 のステップと前記第 2 のステップとの間に、前記メニスカスが前記第 1 の所定位置で、所定時間停止するように、前記圧電素子を駆動する第 4 のステップを設けたことを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 のステップと前記第 3 のステップとの間に、前記メニスカスが前記第 2 の所定位置で、所定時間停止するように、前記圧電素子を駆動する第 5 のステップを設けたことを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 又は 3 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 のステップは、前記第 1 の所定位置から前記第 2 の所定位置への移動量を、噴出するインク量に応じて、変化するステップであることを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 5】 請求項 4 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 のステップは、前記第 1 の所定位置から前記第 2 の所定位置への移動速度を、噴出するインク量に応じて、変化するステップであることを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 6】 請求項 4 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 のステップは、前記移動量を、噴出するインク量の低下に応じて、小さくするステップであることを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項 7】 請求項 5 の圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 のステップは、前記移動速度を、噴出するイン

ク量の低下に応じて、大きくするステップであることを特徴とする圧電型インクジェットヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電素子の歪みを利用して、圧力室からインクを噴出するための圧電型インクジェットヘッドの駆動方法に関し、特に、噴出するインク量を変化させるための圧電型インクジェットヘッドの駆動方法に関する。

【0002】インクジェットプリンタは、プリンタやファクシミリ等の装置に利用されている。このインクジェットプリンタの中で、圧電素子を利用した圧電型インクジェットプリンタが利用されている。圧電型インクジェットプリンタは、圧電素子の歪みを利用して、圧力室からインクを噴出するものである。

【0003】このようなインクジェットプリンタにおいて、印刷の階調表現等を行うためには、印刷ドット径を可変にする必要がある。このため、かかるプリンタには、噴出するインク量を変化することが要求されている。

【0004】

【従来の技術】インクジェットの噴出方法には、インクを噴出した後、インクを吸引する正極性駆動と、インクを吸引した後、インクを噴出する負極性駆動とがある。両者を比較すると、インク粒子の飛翔安定性と、粒子化可能周波数が広い点で、負極性駆動の方が優れている。

【0005】図 25 (A) 乃至図 25 (D)、図 26

(A) 乃至図 26 (E) は、第 1 の従来技術の説明図である。

【0006】正の電圧を印加すると、圧電素子の収縮する方向の歪を用いたモード（圧電素子の歪利用方向が電界方向と垂直方向であり、これを d31 モードという）において、図 25 (A) の点線に示す電圧を印加すると、インクを吸引した後、インクを噴出する動作を行う。

【0007】図 26 (A) ～図 26 (E) は、ノズルの拡大図である。ノズル 1 にメニスカス 10 が形成されている。ここでは、メニスカスの持つ速度ベクトルを v で示してある。

【0008】図 26 (A) は、圧電素子が初期状態の時のノズル 1 とメニスカス 10 の状態を示す。メニスカス 10 の表面張力と、圧力室内の負圧が釣り合い、メニスカス 10 は、ノズル出口付近の初期位置に存在する。

【0009】図 26 (B) は、圧力室を拡張する方向に、圧電素子を収縮させることにより、圧力室内の負圧を増大した時のメニスカス 10 の位置を示す。即ち、図 25 (A) の点線に示すように、正の傾きを持つ正の電圧を印加した場合である。メニスカス 10 の表面張力より圧力室内の負圧が大きくなり、メニスカス 10 は、圧力室方向に後退する。

【0010】図 26 (C) は、インク供給口からのイン

クの流入によって、圧力室内の負圧が小さくなり、メニスカス10がほぼ停止した時の位置を示す。この時、メニスカス10は、圧力室付近まで引き込まれている。

【0011】図26(D)は、圧力室を収縮する方向に、圧電素子を急激に伸長させた時のメニスカス10の位置を示す。即ち、図25(A)の点線に示すように、負の傾きを持つ電圧を印加した場合である。メニスカス10は、圧力室内の正圧とメニスカスの表面張力によって、層流を形成して、ノズル出口方向に大きな速度を持つ。従って、メニスカス10は、急速にノズル出口方向

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 26

インク液は、あとから来る十分な速度を持ったインク液と混ざりあうこととなる。しかし、層流状態でなくなるため、インク粒子の速度ベクトルの向きが乱れる。このため、飛翔安定性が損なわれるとともに、インク液の混ざり合いによって、運動エネルギーが失われ、平均のインク粒子速度は遅くなってしまふ。これにより、印刷画像に乱れが生じる。

【0031】又、第2の従来技術では、次の問題点があった。

【0032】①メニスカス10が急激に後退している時点で、圧力室を正圧に転じるため、図27(D)に示すように、ノズル半径方向の速度分布が乱れ、インク粒子の飛翔方向が乱れる。

【0033】②そのため、図27(A)に示す駆動波形において、時間 T_{rb} を十分短くすることができないため、インク粒量の変化幅を大きくとることができない。

【0034】更に、第3の従来技術では、次の問題点があった。

【0035】①第1の従来技術と同様に、メニスカスの引き込み量を小さくしたため、インク粒子の飛翔方向は、乱れる。

【0036】②インク粒量の変化幅を大きくするには、噴出時のメニスカスの速度を急速にする必要がある。しかし、噴出時のメニスカスの速度を急速にしても、圧電素子の固有振動数によって、噴出時のメニスカスの速度が制約される。このため、インク粒量の変化幅を大きくとることができない。

【0037】③噴出時のメニスカスの速度を急速にすると、圧電素子のオーバーシュートが大きくなり、大量のサテライト粒子が発生する。これにより、印字品位が低下するため、インク粒量の変化幅を大きくとることができない。

【0038】本発明の目的は、インク粒量の変化幅を大きくすることができる圧電型インクジェットヘッドの駆動方法を提供するにある。

【0039】本発明の他の目的は、インク粒量の変化幅を大きくするとともに、インク粒子の速度低下を防止することができる圧電型インクジェットヘッドの駆動方法を提供するにある。

【0040】本発明の別の目的は、インク粒量の変化幅を大きくするとともに、インク粒子の飛翔の乱れを防止することができる圧電型インクジェットヘッドの駆動方法を提供するにある。

【0041】

【課題を解決するための手段】本発明は、インクを貯留する圧力室と、前記圧力室からインクを噴射するためのノズルと、前記圧力室に前記インクを噴射するための圧力を与えるための圧電素子とを有する圧電型インクジェットヘッドの駆動方法において、前記ノズル内で、インクが形成するメニスカスが初期位置から前記ノズル内の

第1の所定位置に、後退するように、前記圧電素子を駆動する第1のステップと、前記メニスカスが前記ノズル内の第2の所定位置まで急速に前進するように、前記圧電素子を駆動する第2のステップと、前記メニスカスが前記初期位置にゆっくりと前進するように、前記圧電素子を駆動する第3のステップとを有することを特徴とする。

【0042】本発明では、インク吸引時のメニスカスの移動量は、一定とした。そして、インク噴出時のメニスカスを急激にノズル出口方向に移動させる時の移動量を制御することにより、インク粒量を変化させるようにした。

【0043】この本発明では、インク吸引時のメニスカスの移動量は、一定としているため、従来技術のメニスカスの吸引量を変化させる方法による生じる飛翔の乱れや、速度の低下を防止できる。又、インク噴出時のメニスカスを急激にノズル出口方向に移動させる時の移動量を制御するため、インク粒量の変化幅を大きくするために、従来技術のような、急激な電圧変化を必要としない。このため、インク粒量の変化幅を大きくすることができる。

【0044】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態の説明図、図2はインクジェットヘッドの構成図、図3(A)乃至図3(D)は本発明の第1の実施の形態の動作説明図である。

【0045】先ず、図2によりインクジェットヘッドの構成について説明する。ノズル1は、インクを噴射するためのものである。ノズル板2は、ノズル1を形成するとともに、圧力室6を囲む壁を構成する。弾性部材3は、ノズル板2と圧力板4の間に設けられ、弾性を有する。圧力板4は、圧電素子5が発生する力を圧力室6内のインクに伝達するものである。圧電素子5は、圧力板4に設けられ、電圧の印加によって、変位するものである。圧力室6は、インクに圧力を加えるものである。圧力室6は、ノズル1に連通し、インクタンクに接続されている。

【0046】この圧電素子5は、正の電圧の印加により、収縮するものであり、d31モードで動作する。そして、圧電素子5は、負極性駆動される。

【0047】次に、図1及び図3(A)乃至図3(D)により、第1の実施の形態を説明する。

【0048】図1は、圧電素子5の駆動波形を示す。図の点線が、通常のインク粒量の場合の駆動波形であり、図の実線が、インク粒量を少なくした場合の駆動波形である。

【0049】図3(A)は、メニスカスを初期位置から圧力室方向に移動し始めた時のノズルとメニスカスの状態を示す。この時、図1に示すように、圧電素子5に、正の方向に傾きを持つ第1の駆動電圧を印加する。これ

により、圧電素子5は、収縮し、圧力室6内は、負圧となる。これにより、メニスカスは、初期位置から圧力室方向に後退する。

【0050】図3(B)は、圧電素子5を収縮から伸長に転じて、メニスカスをノズル1の出口方向に急速に移動しはじめた時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図1に示すように、圧電素子5に、正の傾きを持つ第1の駆動電圧を t_1 時間印加した後、負の急激な傾きを持つ第2の駆動電圧を印加する。この正の傾きを持つ駆動電圧は、前述した t_1 時間後には、駆動電圧値がV5になる。この正の傾きを持つ駆動電圧の最大値は、図の点線で示す通常のインク粒量の場合と同一である。従って、メニスカスは、ノズル1内を第1の所定位置まで後退する。この後退量は、通常のインク粒量の場合と同一である。

【0051】又、この負の傾きを持つ第2の駆動電圧を印加することにより、圧電素子5は、伸長に転じる。これにより、メニスカスは、ノズル1の出口方向に急速に移動する。

【0052】図3(C)は、メニスカスがノズル内の第2の位置に到達した時点で、圧電素子5の伸長速度を急減した時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図1に示すように、負の急激な傾きを持つ第2の駆動電圧を t_2 時間圧電素子5に印加する。これによる電位差は、V4である。そして、 t_2 時間経過後、負の緩い傾きを持つ第3の駆動電圧に変更する。これにより、圧電素子5は、伸長速度が急減する。

【0053】この状態では、ノズル1内のメニスカスの先端にある少量のインクは、十分加速されている。そして、ノズル2内にあるそれより後方のインク液は、急激に減速された状態となる。そのため、メニスカス付近のインク液は、粒子化を開始する。

【0054】図3(D)は、圧電素子5が伸長を停止した時のノズルとメニスカスとの状態を示す。即ち、第3の駆動電圧を t_4 時間印加した後の状態である。この状態では、十分に加速された少量のインク液は、表面張力から逃れ、粒子化する。又、ノズル1内のインクは、ノズル1とインク供給口のインクの流動によって生じた圧力室6内の負圧によって、一旦ノズル内に引き込まれる。その後、表面張力により、ノズル出口付近に戻る。

【0055】このようにして、インクの後退量を変化させないため、ノズル内で、インク液を十分加速できる。そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの電位差V4を変えることにより、第1の位置から第2の位置への移動量を変化させる。これにより、移動量に応じた粒量のインクを生成することが可能となる。

【0056】そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの時間 t_2 を変えることにより、即ち、急激伸長時の電圧の傾きを変えることにより、速度の補償も可能となる。

【0057】図4は、本発明の第1の実施例特性図である。

【0058】ここでは、前述の電位差V4を変化させた時のインク粒子液量の変化を示す。実験に用いたヘッドは、通常の印刷において、インク吸引時間 t_1 が、 $80\mu s$ 、インク噴出時間 t_3 が $8\mu s$ 、電圧振幅V5が45vの駆動波形(図1の点線に示す)で、55p1のインク粒子を噴出する。このヘッドにおいて、電位差V4を変化させた時に、7p1までインク粒量を減少させることができた。

【0059】このように、広範囲でのインク粒量の変化が可能であり、速度変動も、10%以下に抑えることができる。

【0060】図5は、本発明の第2の実施例説明図、図6は、本発明の第2の実施例特性図である。

【0061】図6に示すように、生成するインク粒量に応じて、レベル1~4を設定している。レベル1の駆動波形は、図5(A)乃至図5(C)の点線に示すものであり、電圧振幅V5が43.5v、インク吸引時間 t_1 が $80\mu s$ 、インク噴出時間 t_2 が $6\mu s$ 、電位差V4/V5が1.0である。これを通常のインク粒量とし、その量は56p1であった。

【0062】レベル2の駆動波形は、図5(A)の実線に示すものであり、電圧振幅V5が43.5v、インク吸引時間 t_1 が $70\mu s$ 、インク噴出時間 t_2 が $3\mu s$ 、電位差V4/V5が0.7、復旧時間 t_4 が $22\mu s$ である。この時のインク粒量は、31p1であった。

【0063】レベル3の駆動波形は、図5(B)の実線に示すものであり、電圧振幅V5が43.5v、インク吸引時間 t_1 が $60\mu s$ 、インク噴出時間 t_2 が $1\mu s$ 、電位差V4/V5が0.5、復旧時間 t_4 が $24\mu s$ である。この時のインク粒量は、12p1であった。

【0064】レベル4の駆動波形は、図5(C)の実線に示すものであり、電圧振幅V5が43.5v、インク吸引時間 t_1 が $50\mu s$ 、インク噴出時間 t_2 が $1\mu s$ 、電位差V4/V5が0.46、復旧時間 t_4 が $24\mu s$ である。この時のインク粒量は、5p1であった。

【0065】このようにして、インク粒量が最大56p1のヘッドにおいて、最小5p1までインク粒量の変化が可能となった。又、インク吸引時間を変え、インクの吸引速度を変えている。これにより、より広い範囲のインク粒量の変化を可能とする。更に、インク噴出時間 t_2 を変えることにより、噴出インクの速度を補償している。これにより、インクの噴出速度がほぼ一定となる。

【0066】図7は、本発明の第2の実施形態の説明図、図8(A)乃至図8(E)は、本発明の第2の実施形態の動作説明図である。

【0067】図7の点線が、通常のインク粒量の場合の駆動波形であり、図の実線が、インク粒量を少なくした場合の駆動波形である。

【0068】図8(A)は、メニスカスを初期位置から圧力室方向に移動し始めた時のノズルとメニスカスの状態を示す。この時、図7に示すように、圧電素子5に、正の方向に傾きを持つ第1の駆動電圧を印加する。これにより、圧電素子5は、収縮し、圧力室6内は、負圧となる。これにより、メニスカスは、初期位置から圧力室方向に後退する。

【0069】図8(B)は、圧電素子5を収縮から伸長に転じて、メニスカスをノズル1の出口方向に急速に移動しはじめた時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図7に示すように、圧電素子5に、正の傾きを持つ第1の駆動電圧を t_1 時間印加する。従って、メニスカスは、ノズル1内を第1の所定位置まで後退する。この後退量は、通常のインク粒量の場合と同一である。

【0070】この時、インク液に圧力室方向に進む速度が残っている。このまま直ちに、インク噴出動作に移行すると、その速度分だけ、インク噴出のエネルギーを無駄にすることになる。そこで、図7に示すように、圧力室方向への移動を終えた後、インク液の持つ速度がなくなるまで、一定時間($t_5 - t_2$)停止させ、次の段階に移行しない。

【0071】図8(C)に示すように、負の傾きを持つ第2の駆動電圧を印加することにより、圧電素子5は、伸長に転じる。これにより、メニスカスは、ノズル1の出口方向に急速に移動する。

【0072】図8(D)は、メニスカスがノズル内の第2の位置に到達した時に、圧電素子5の伸長速度を急減した時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図7に示すように、負の急激な傾きを持つ第2の駆動電圧を t_2 時間圧電素子5に印加する。これによる電位差は、 V_4 である。そして、 t_2 時間経過後、負の緩い傾きを持つ第3の駆動電圧に変更する。これにより、圧電素子5は、伸長速度が急減する。

【0073】この状態では、ノズル1内のメニスカスの先頭にある少量のインクは、十分加速されている。そして、ノズル1内にあるそれより後方のインク液は、急激に減速された状態となる。そのため、メニスカス付近のインク液は、粒子化を開始する。

【0074】図8(E)は、圧電素子5が伸長を停止した時のノズルとメニスカスとの状態を示す。即ち、第3の駆動電圧を t_4 時間印加した後の状態である。この状態では、十分に加速された少量のインク液は、表面張力から逃れ、粒子化する。又、ノズル1内のインクは、ノズル1とインク供給口のインクの流動によって生じた圧力室6内の負圧によって、一旦ノズル内に引き込まれる。その後、表面張力により、ノズル出口付近に戻る。

【0075】この例でも、インクの後退量を変化させないため、ノズル内で、インク液を十分加速できる。そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの電位差 V_4 を変えることにより、第1の位置から第2の

位置への移動量を変化させる。これにより、移動量に応じた粒量のインクを生成することが可能となる。

【0076】そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの時間 t_2 を変えることにより、即ち、急激伸長時の電圧の傾きを変えることにより、速度の補償も可能となる。

【0077】更に、インク噴射動作前に、インク液の速度を吸収する期間を設けたため、インク噴射エネルギーを効率良く使用できる。

【0078】図9は、本発明の第3の実施形態の説明図、図10(A)乃至図10(E)は、本発明の第3の実施形態の動作説明図である。

【0079】図9の点線が、通常のインク粒量の場合の駆動波形であり、図の実線が、インク粒量を少なくした場合の駆動波形である。

【0080】図10(A)は、メニスカスを初期位置から圧力室方向に移動し始めた時のノズルとメニスカスの状態を示す。この時、図9に示すように、圧電素子5に、正の方向に傾きを持つ第1の駆動電圧を印加する。これにより、圧電素子5は、収縮し、圧力室6内は、負圧となる。これにより、メニスカスは、初期位置から圧力室方向に後退する。

【0081】図10(B)は、圧電素子5を収縮から伸長に転じて、メニスカスをノズル1の出口方向に急速に移動しはじめた時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図9に示すように、圧電素子5に、正の傾きを持つ第1の駆動電圧を t_1 時間印加する。従って、メニスカスは、ノズル1内を第1の所定位置まで後退する。この後退量は、通常のインク粒量の場合と同一である。

【0082】そして、負の傾きを持つ第2の駆動電圧を印加することにより、圧電素子5は、伸長に転じる。これにより、メニスカスは、ノズル1の出口方向に急速に移動する。

【0083】図10(C)は、メニスカスがノズル内の第2の位置に到達した時に、圧電素子5の伸長速度を急減した時のノズルとメニスカスの状態を示す。即ち、図9に示すように、負の急激な傾きを持つ第2の駆動電圧を t_2 時間圧電素子5に印加する。これによる電位差は、 V_4 である。

【0084】この状態では、ノズル1内のメニスカスの先頭にある少量のインクは、十分加速されている。そして、ノズル1内にあるそれより後方のインク液は、急激に減速された状態となる。そのため、メニスカス付近のインク液は、粒子化を開始する。

【0085】図10(D)は、インク液が粒子化を開始した時に、メニスカスを停止した時のノズルとメニスカスの状態を示す。このように、メニスカスを一旦停止することにより、十分な運動エネルギーを持ったインク液に、不十分な運動エネルギーしか持たないインク液が混ざり合うことを防止できる。これにより、インク粒子の

10

20

30

40

50

速度の低下及びインク粒量の増大を防止できる。

【0086】そして、 t_5 時間経過後、負の緩い傾きを持つ第3の駆動電圧に変更する。これにより、圧電素子5は、伸長速度が遅くなる。

【0087】図10(E)は、メニスカスを低速で初期位置に戻している時のノズルとメニスカスとの状態を示す。この状態では、十分に加速された少量のインク液は、表面張力から逃れ、粒子化する。又、ノズル1内のインクは、ノズル1とインク供給口のインクの流動によって生じた圧力室6内の負圧によって、一旦ノズル内に引き込まれる。その後、表面張力により、ノズル出口付近に戻る。

【0088】この例でも、インクの後退量を変化させないため、ノズル内で、インク液を十分加速できる。そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの電位差 V_4 を変えることにより、第1の位置から第2の位置への移動量を変化させる。これにより、移動量に応じた粒量のインクを生成することが可能となる。

【0089】そして、圧電素子5の急激伸長開始から伸長速度急減までの時間 t_2 を変えることにより、即ち、急激伸長時の電圧の傾きを変えることにより、速度の補償も可能となる。

【0090】更に、インク噴出動作時に、メニスカスを一旦停止するため、十分な運動エネルギーを持ったインク液に、不十分な運動エネルギーしか持たないインク液が混ざり合うことを防止できる。これにより、インク粒子の速度の低下及びインク粒量の増大を防止できる。従って、より粒量の少ないインク粒子の発生が可能となり、より広範囲にインク粒量を制御することができる。

【0091】図11は、インクジェットヘッドの他の構成図、図12は、本発明の第4の形態の説明図である。

【0092】図11に示すように、ノズル板2は、ノズル1を形成する。壁部材11は、圧力室6を形成する壁を構成する。圧電素子7は、圧力室6の壁を構成する。この圧電素子7は、両面に電極8a、8bが設けられている。

【0093】この圧電素子7は、電圧の印加により伸長するすなわち圧電素子の歪利用方向が電界方向と同一であるd33モードで使用される。このヘッドは、圧電素子7が、圧力室6の壁部材の一部を形成するため、製造コストを大幅に低下することができる。

【0094】図12は、このd33モードのヘッドに、図1に示した第1の実施の形態を適用した場合の駆動波形を示す。即ち、初期状態において、電圧 V_5 を印加しておく。これにより、図11の点線で示すように、圧電素子7が伸長して、圧力室6を縮めておく。

【0095】インクの噴出の際には、駆動電圧を0V方向に傾きを持って低下させる。これにより、圧電素子7が収縮して、圧力室6内を負圧にする。このため、ノズル1内で、インクが吸引される。駆動電圧が0Vになる

と、圧電素子7を伸長させる。このため、駆動電圧を正の電圧 V_4 方向に急激な傾きをもって上昇させる。

【0096】駆動電圧が V_4 になると、傾きを緩やかにして、駆動電圧を V_5 に向かって、上昇する。

【0097】この例でも、第1の実施の形態と同様に、図3(A)乃至図3(D)に示した動作を行う。これにより、第1の実施の形態と同様の作用効果を奏する。又、第2の実施の形態や第3の実施の形態の適用が可能である。

【0098】図13は、本発明による駆動回路図の一例を示し、図14はそのタイムチャートを示す。この例では、ノズル毎に、印加する電圧を変化させて、ドット毎の階調表現を行う。

【0099】図13において、ROM20は、階調駆動波形を発生させるためのデータを格納する。デジタル/アナログ(D/A)コンバータ30~32は、ROM20からの駆動データを、アナログ量に変換する。積分回路33~35は、各々D/Aコンバータ30~32の出力を積分する。増幅回路36~38は、各々積分回路33~35の出力を増幅する。

【0100】印字波形生成部21~23は、各々異なる駆動波形を発生するものであり、各々D/Aコンバータ30~32、積分回路33~35及び増幅回路36~38から成る。

【0101】圧電素子51~5nは、各々ノズルに対応して設けられ、圧力室を駆動する。スイッチング回路61~6nは、各々圧電素子51~5nに対応して設けられ、駆動波形選択部24からの選択信号に応じて、印字波形生成部21~23からの駆動波形を選択し、圧電素子51~5nに印加する。

【0102】駆動波形選択部24は、デコーダ40と、シフトレジスタ41と、レジスタ42とから成る。デコーダ40は、図示しない印字制御部からの各ドットの階調の値を示す2ビットの階調データ信号を、3ビットのデコード信号に変換する。シフトレジスタ41は、3nビットのシフトレジスタで構成され、各ドット毎に発生されるサンプリングクロック信号により、デコード信号を取り込む。レジスタ42は、3nビットのレジスタで構成され、nドット毎に発生されるラッチクロック信号により、シフトレジスタ41の内容をラッチする。

【0103】この動作を説明する。図示されていない印字制御部に制御されて、ROM20が、3種類のmビットの駆動波形生成用データを、3つの印字波形生成部21~23に出力する。印字波形生成部21~23では、各々D/Aコンバータ30~32は、そのデータ信号に応じて電圧を発生する。そして、積分回路33~35は、発生された電圧を積分して、駆動波形を出力する。駆動波形は、D/Aコンバータ30~32の電圧レベルと時間、積分回路33~35の積分定数により、決定される。積分回路33~35の出力は、増幅回路36~3

13

8で増幅され、各スイッチング回路61～6nに出力される。

【0104】一方、噴射する各ドットの階調の値を示す2ビットの階調データ信号が、デコーダ40に入力され、3ビットのデコード信号に変換される。この信号は、各ビットがスイッチング回路61～6n内の各スイッチに対応している。そして、階調データ信号に対応して、3ビットの内、必ず1ビットがオンか、全てのビットがオフか状態で出力される。

【0105】この信号は、サンプリングクロック信号によって、順次シフトレジスタ41に取り込まれる。シフトレジスタ41に全ての圧電素子51～5nの信号を取り込むと、シフトレジスタ41の内容は、ラッチクロック信号によって、レジスタ42に保持される。そして、シフトレジスタ41は、次の印字信号の入力待ち状態となる。

【0106】レジスタ42に保持された信号は、各圧電素子51～5nに接続されているスイッチング回路61～6nに出力される。スイッチング回路61～6nは、この信号によって、3つのスイッチの内、いずれかのスイッチがオンになるか、全てのスイッチがオフの状態になる。

【0107】それによって、各圧電素子51～5nは、印字なしの駆動波形が印加されない状態か、印字波形生成部21～23からの濃い、普通、薄いドットを噴出させるためのいずれかの駆動波形が印加される。

【0108】図14を参照して、更に説明する。階調データ信号は、2ビットの信号であり、0～3の値を持つ。そして、全ての圧電素子51～5nに対して、1つつ与えられる。この信号は、次にインクを噴出するときの圧電素子51～5nが噴出するインクの濃さを示す。例えば、階調データ信号が、2ビットなら、印字せず、濃い、普通、薄い4種類を示す。

【0109】階調データ信号は、デコーダ40で3ビットのデコード信号に変換される。変換された階調データ信号は、サンプリングクロック信号により、シフトレジスタ41に取り込まれる。全ての階調データ信号が、シフトレジスタ41に取り込まれた後、ラッチ信号に応じて、シフトレジスタ41の内容が、レジスタ42に複写される。レジスタ42の信号は、各スイッチング回路61～6nのスイッチを選択する。

【0110】ROM20は、各印字波形生成部21～23に、濃い、通常、薄いの駆動データを出力する。D/Aコンバータ30～32の出力は、駆動波形の現在出力している電圧を変化させるための信号を出力する。その変化の速度は、D/Aコンバータ30～32の出力する電圧値によって、決定する。また出力電圧を上げる時間は、D/Aコンバータ30～32の信号の出力する時間幅によって、決定する。

【0111】図14では、前述の第2の実施の形態と第

14

3の実施の形態とを組み合わせた駆動波形を示す。しかし、時間t6を「0」とすれば、第3の実施の形態の駆動波形を示す。時間t7を「0」とすれば、第2の実施の形態の駆動波形を示す。時間t6とt7を「0」とすれば、第1の実施の形態の駆動波形を示す。

【0112】このようにして、印字波形生成部21～23が、3種類の階調の駆動波形を発生する。これとともに、階調データ信号に応じて、各圧電素子51～5nに接続されたスイッチング回路61～6nが選択される。これにより、各圧電素子51～5nに、階調データ信号で指定された駆動波形が印加される。このため、各圧電素子51～5nにより駆動されるノズルからは、階調に応じたインク量のインク粒が噴射される。

【0113】図15は、本発明の実施のための他の駆動回路図である。図中、図13で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この例では、ある階調のインク粒子を噴出するための駆動波形を1つの印字波形生成部21で発生して、駆動波形を階調回数変えて、出力して、ドット毎の階調を行うものである。

【0114】スイッチ6-1～6-nは、各圧電素子51～5nに対応して設けられ、圧電素子51～5nに駆動波形を印加するか否かを決定する。図示されていない印字制御部に制御されて、ROM20が、3種類のmビットの駆動波形生成用データを、順次1つの印字波形生成部21に出力する。印字波形生成部21では、D/Aコンバータ30は、そのデータ信号に応じて電圧を発生する。そして、積分回路33は、発生された電圧を積分して、駆動波形を出力する。駆動波形は、D/Aコンバータ30の電圧レベルと時間、積分回路33の積分定数により、決定される。積分回路33の出力は、増幅回路36で増幅され、各圧電素子51～5nに出力される。

【0115】一方、噴射する各ノズルのオン/オフを示す1ビットの印字選択信号が、サンプリングクロック信号によって、順次シフトレジスタ41に取り込まれる。シフトレジスタ41に全ての圧電素子51～5nの信号を取り込むと、シフトレジスタ41の内容は、ラッチクロック信号によって、レジスタ42に保持される。そして、シフトレジスタ41は、次の印字信号の入力待ち状態となる。

【0116】レジスタ42に保持された信号は、各圧電素子51～5nに接続されているスイッチ6-1～6-nに出力される。スイッチ6-1～6-nは、この信号によって、オンか、オフに制御される。

【0117】それによって、各圧電素子51～5nは、印字なしの駆動波形が印加されない状態か、印字波形生成部21からの駆動波形が印加される。この駆動波形は、順次濃い、普通、薄いドットを噴出させるための駆動波形に変化する。

【0118】ROM20は、順次印字波形生成部21に、濃い、通常、薄いの駆動データを出力するため、駆

動波形が、階調分変化する。各階調の駆動波形において、印字選択信号をオン／オフすることにより、指定された階調の駆動信号が、指定された圧電素子51～5nに印加される。これにより、圧電素子51～5nにより駆動されるノズルより、指定された階調を表現するインク粒を噴射できる。

【0119】次に、周囲温度とインク噴射量の関係について、説明する。

【0120】図16は、温度とインク粘度の関係図、図17は、温度と圧電素子変位量の関係図、図18は、温度補償時の駆動波形図、図19は、温度とインク噴射量の関係図、図20は、本発明によるヘッドの構成図、図21は、本発明によるヘッド駆動回路の構成図である。

【0121】図16に示すように、温度とインク粘度の関係は、温度が高くなるにつれて、インク粘度は低くなる。又、図17に示すように、温度と圧電素子変位量の関係は、温度が高くなるにつれて、圧電素子の変位量は、大きくなる。

【0122】このため、図19の点線に示すように、温度が高くなるにつれて、インクの噴射量は増大する。即ち、低温では、圧電素子の変位量が小さく、インク粘度が高くなるため、インク噴射量は少なくなる。このため、印字濃度が薄くなる。逆に、高温では、圧電素子の変位量が大きく、インク粘度が低くなるため、インク噴射量は多くなる。このため、印字濃度が濃くなる。

【0123】この温度に対するインク噴射量の変化を防止するためには、温度に応じて駆動信号を変化すれば良い。このため、温度に応じた各種の駆動データを用意する必要がある。しかし、このように温度に応じた各種の駆動データを用意することは、手間がかかり、且つROM20に、格納スペースを必要とする。

【0124】これを防止するため、この実施例では、図18に示すように、駆動データ（駆動パターン）を変化することなしに、駆動信号の振幅を変化させる。即ち、図18に示すように、低温時には、駆動信号の振幅を大きくし、高温時には、駆動信号の振幅を小さくする。

【0125】このようにすることにより、図19の実線に示すように、ヘッドの温度に係わらず、インク噴射量を一定にすることができる。

【0126】これを、駆動データを変化することなく、実現する方法を、図20及び図21に示す。図20に示すように、インクジェットヘッド13には、4個のノズル群12が、並列に設けられている。このヘッド13のプリント基板14には、温度検出素子15が設けられている。温度検出素子15は、サーミスタで構成され、ヘッド13近傍に設けられ、ヘッド13の温度を検出する。

【0127】図21に示すように、ヘッド駆動回路は、基準電圧発生回路46と、振幅電圧発生回路45と、駆動波形発生回路39と、増幅回路36とからなる。基準

電圧発生回路46は、振幅電圧発生回路45のための基準電圧V_rを発生する。

【0128】振幅電圧発生回路45は、乗算型デジタル／アナログ（D/A）コンバータで構成されている。振幅電圧発生回路45には、振幅電圧を示す振幅データD_gが入力され、振幅データD_gに応じた大きさの振幅電圧V_gを発生する。

【0129】振幅データD_gは、図示しない印字制御回路により与えられる。印字制御回路は、温度検出素子15の検出出力により、振幅データD_gを決定して、振幅電圧発生回路45に出力する。印字制御回路は、図18に示したように、温度検出素子15の検出温度に応じて、振幅データD_gを決定する。例えば、低温時には、振幅を大きくし、高温時には、振幅を小さくする。

【0130】駆動波形発生回路39は、図13に示したように、乗算型デジタル／アナログ（D/A）コンバータと積分回路で構成されている。そして、乗算型D/Aコンバータは、振幅電圧発生回路45の振幅電圧を基準電圧として、駆動データ（波形データ）D_wをデジタル／アナログ変換する。駆動データD_wは、図13に示したように、ROM20から出力される。

【0131】この乗算型D/Aコンバータの出力は、積分回路で積分され、駆動信号V_wを発生する。そして、駆動信号V_wは、増幅回路36で増幅され、出力信号V_{out}を圧電素子に出力する。

【0132】このように、駆動データ（波形データ）は、変化させずに、駆動信号の振幅のみを変化させる。このため、温度に応じた各種の駆動データは、必要ない。従って、温度に応じた各種の駆動データを用意しなくて良く、ROM20の容量を増大させることもない。

【0133】この温度に従うインク噴射量の補正は、1頁内の印刷中に実行すると、頁の途中で、印字濃度が変化することになる。このため、頁間で補正を実行することが必要である。

【0134】次に、インク噴射量を用紙に応じて、調整する事について、説明する。

【0135】印刷媒体とインクとの親和性には、インクと印刷媒体との双方の相性がある。このため、インクの染み込み量は、インクと印刷媒体の種類によって変化する。従来は、インクの染み込み量の変化を避けるために、装置で使用するインクと印刷媒体とを限定していた。

【0136】しかし、各種の印刷媒体を使用したいとの要望がある。従来は、限定された印刷媒体以外では、印字品位の低下は避けられなかった。特に、再生紙に印刷する場合には、紙の繊維に沿って発生するにじみが発生し易い。又、コート紙に印刷する場合には、インクとの相性によっては、にじみが発生し易い。

【0137】そこで、使用する用紙に応じて、インク噴射量を変化して、最適の印字状態を得る。

10

20

30

40

50

【0138】図22は、本発明によるプリントシステムの構成図、図23(A)及び図23(B)は、用紙と印刷結果の関係図である。

【0139】プリンタ本体7に、ROM又はハードディスクで構成された画像ファイル71を設ける。画像ファイル71には、代表的な記録紙に印刷した場合の印刷サンプルを記憶する。例えば、図23(A)に示すように、インク量を大、中、小にした場合に、再生紙に印刷した印刷サンプルや、図23(B)に示すように、インク量を大、中、小にした場合に、コート紙に印刷した印刷サンプルである。

【0140】操作パネル72は、記録紙の種類を選択するスイッチと、選択した記録紙の印刷サンプルを表示する表示器(例えば、液晶パネル)と、その表示の中から適当な画質を選択して、インク噴射量を選択するスイッチとからなる。

【0141】印刷データ処理部70は、ホストコンピュータ80からの印刷データの処理を行う。例えば、印刷データ処理部70は、印刷データをイメージデータに変換する。インク噴射量算出部73は、操作パネル72から指定されたインク噴射量に応じて、インク噴射量制御データを算出する。ヘッド制御部74は、インク噴射量制御データに従って、前述の駆動波形を生成し、且つ印刷データに従い、プリンタ印字部75を制御する。プリンタ印字部75は、前述のインクジェットヘッドである。

【0142】この動作を説明する。ホストコンピュータ80の指令入力に従い、印刷データ処理部70は、印刷するイメージの全部又は一部を作成する。このイメージに従い、インク噴射量算出部73が、インク噴射量を算出する。ヘッド制御部74は、インク噴射量に応じた駆動波形を生成して、プリンタ印字部75を制御して、印刷を行う。

【0143】この際に、オペレータは、操作パネル72から使用する用紙の種類を入力する。これにより、画像ファイル71から入力された用紙に対する印刷サンプルが読みだされる。この印刷サンプルは、操作パネル72の表示器に表示される。例えば、用紙が再生紙と指定されると、図23(A)で示した再生紙の場合のインク量小、中、大の時の3つの印刷サンプルが表示される。又、用紙がコート紙と指定されると、図23(B)に示したコート紙の場合のインク量小、中、大の時の3つの印刷サンプルが表示される。

【0144】オペレータは、この表示内容を見て、好みの画質を選択する。そして、操作パネル72のスイッチにより、インク量大、中、小のいずれかを入力する。インク噴射量算出部73は、このインク量の選択に応じて、インク噴射出量を算出して、そしてヘッド制御部74を制御する。

【0145】図23(A)及び図23(B)において、

インクジェット用記録紙のためには、インク量中が設定されている。図23(A)及び図23(B)から判るように、インク量中の設定では、ひげや滲みが目立つ。インク量を小とすることで、画質が改善されることが判る。

【0146】このようにして、記録紙の種類に対応した最適な画質の印刷結果を得ることができる。これにより、インクジェットプリンタに使用する記録紙の種類を増やすことができる。

【0147】又、印刷前に、画質を表示するため、試し印刷の必要がなく、記録紙とインクのむだを防止できる。

【0148】次に、使用する用紙に応じて、インク噴射量を変化して、最適の印字状態を得るための他のプリントシステムについて、説明する。

【0149】図24は、本発明による他のプリントシステムの構成図である。

【0150】ホストコンピュータ80に、ROM又はハードディスクで構成された画像ファイル71を設ける。画像ファイル71には、前述のように、代表的な記録紙に印刷した場合の印刷サンプルを記憶する。例えば、図23(A)に示すように、インク量を大、中、小にした場合に、再生紙に印刷した印刷サンプルや、図23(B)に示すように、インク量を大、中、小にした場合に、コート紙に印刷した印刷サンプルである。

【0151】操作パネル82は、記録紙の種類を選択するスイッチと、選択した記録紙の印刷サンプルを表示する表示器(例えば、モニターディスプレイ)と、その表示の中から適当な画質を選択して、インク噴射量を選択するスイッチとからなる。

【0152】プリンタドライバ(ソフトウェア)83は、印字イメージ作成機能と、印字濃度指令作成機能とを有している。印字イメージ作成機能は、プリンタの印字イメージを作成するためのものである。印字濃度指令作成機能は、操作パネル82からのインク噴射量の指示に応じて、プリンタの印字濃度の指令を作成するものである。

【0153】印刷データ処理部70は、ホストコンピュータ80のプリンタドライバ83からの印刷データ(インク噴射量を含む)の処理を行う。ヘッド制御部74は、インク噴射量制御データに従って、前述の駆動波形を生成し、且つ印刷データに従い、プリンタ印字部75を制御する。プリンタ印字部75は、前述のインクジェットヘッドである。

【0154】この動作を説明する。ホストコンピュータ80の印刷データに従い、印刷データ処理部70は、印刷するイメージの全部又は一部を作成する。ヘッド制御部74は、インク噴射量に応じた駆動波形を生成して、プリンタ印字部75を制御して、印刷を行う。

【0155】これに先立ち、オペレータは、操作パネル

82から使用する用紙の種類を入力する。これにより、画像ファイル81から入力された用紙に対する印刷サンプルが読みだされる。この印刷サンプルは、操作パネル82の表示器（モニター）に表示される。例えば、用紙が再生紙と指定されると、図23（A）で示した再生紙の場合のインク量小、中、大の時の3つの印刷サンプルが表示される。又、用紙がコート紙と指定されると、図23（B）に示したコート紙の場合のインク量小、中、大の時の3つの印刷サンプルが表示される。

【0156】オペレータは、この表示内容を見て、好みの画質を選択する。そして、操作パネル82のスイッチにより、インク量大、中、小のいずれかを入力する。プリンタドライバ83の印字濃度指令作成機能は、このインク量の選択に応じて、印字濃度指令（インク噴出量）を作成する。そして、印刷データとともに、印字濃度指令をプリンタ7に出力する。

【0157】このようにして、記録紙の種類に対応した最適な画質の印刷結果を得ることができる。これにより、インクジェットプリンタに使用する記録紙の種類を増やすことができる。又、印刷前に、画質を表示するため、試し印刷等が必要ない。更に、多くの記憶容量を必要とするサンプル画像をホストコンピュータに持たせるため、プリンタ本体に大容量のメモリが不要となる。

【0158】上述の実施例の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

【0159】①駆動方法を、3つの実施の形態で説明したが、例えば、第2の実施の形態と第3の実施の形態の組み合わせ等も可能である。

【0160】②インクジェットヘッドを、図2及び図11のもので説明したが、他の形態のものにも適用できる。

【0161】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0162】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。

【0163】①インク吸引時のメニスカスの移動量は、一定としているため、インク粒の飛翔の乱れや、速度の低下を防止できる。

【0164】②インク噴出時のメニスカスを急激にノズル出口方向に移動させる時の移動量を制御するため、インク粒量の変化幅を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の説明図である。

【図2】本発明に用いられるインクジェットヘッドの構成図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の動作説明図である。

【図4】本発明の第1の実施例特性図である。

【図5】本発明の第2の実施例説明図である。

【図6】本発明の第2の実施例特性図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態の説明図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態の動作説明図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態の説明図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態の動作説明図である。

【図11】本発明に用いられるインクジェットヘッドの他の構成図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態の説明図である。

【図13】本発明を説明するための駆動回路図である。

【図14】本発明の駆動回路のタイムチャート図である。

【図15】本発明を説明するための他の駆動回路図である。

【図16】本発明の説明のための温度とインク粘度の関係図である。

【図17】本発明の説明のための温度と圧電素子変位量の関係図である。

【図18】本発明の説明のための温度補償時の駆動波形図である。

【図19】本発明の説明のための温度とインク噴射量の関係図である。

【図20】本発明を説明するためのヘッドの構成図である。

【図21】本発明を説明するためのヘッド駆動回路の構成図である。

【図22】本発明を説明するためのプリントシステムの構成図である。

【図23】本発明を説明するための用紙と印刷結果の関係図である。

【図24】本発明を説明するための他のプリントシステムの構成図である。

【図25】第1の従来技術の説明図（その1）である。

【図26】第1の従来技術の説明図（その2）である。

【図27】第2の従来技術の説明図である。

【図28】第3の従来技術の説明図である。

【符号の説明】

1 ノズル

2 ノズル板

5 圧電素子

6 圧力室

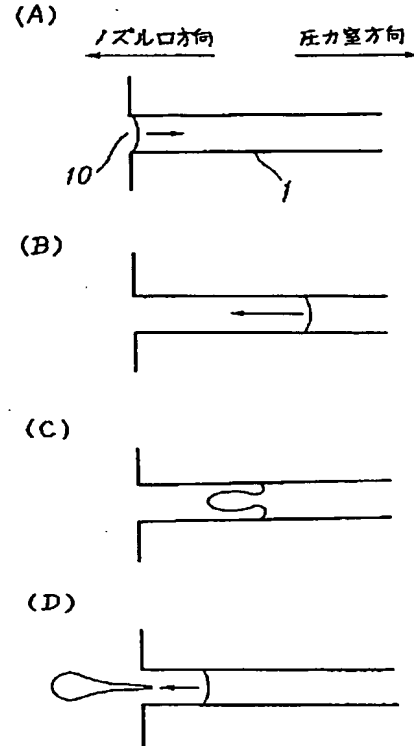
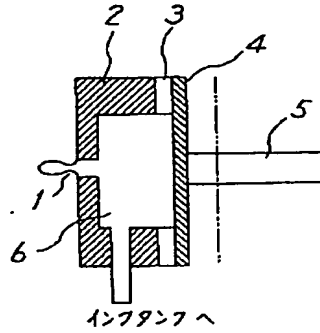
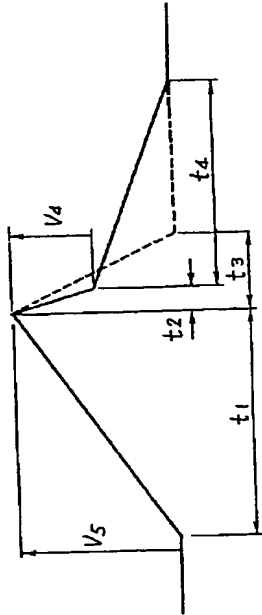
10 メニスカス

【図1】

【図2】

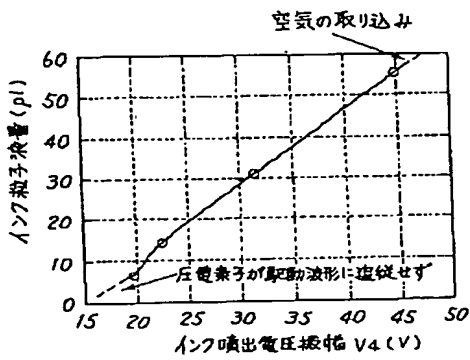
【図3】

第1の実施の形態の説明図 インクジェットヘッドの構成図 第1の実施の形態の動作説明図



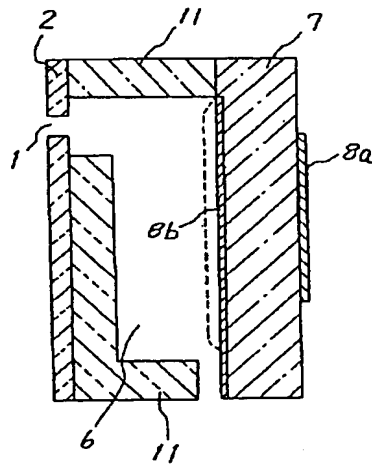
【図4】

第1の実施例特性図



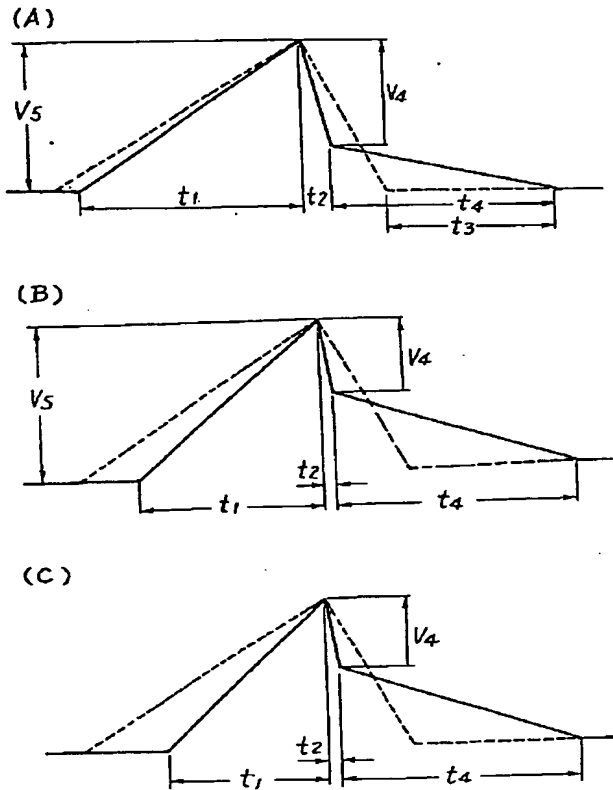
【図11】

インクジェットヘッドの他の構成図



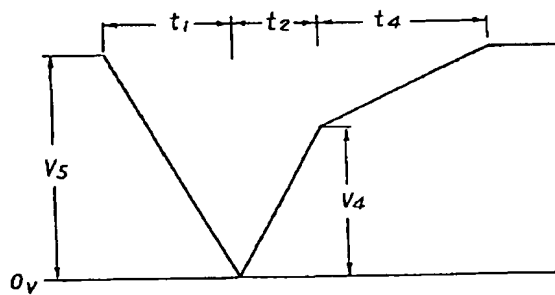
【図5】

第2の実施例説明図



【図12】

第4の実施の形態の説明図



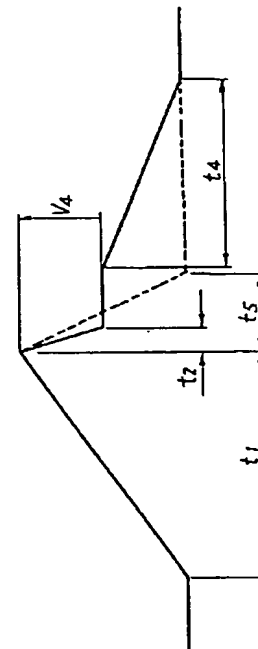
【図6】

第2の実施例特性図

Level	V_5 (Vol)	t_1 (μ s)	t_2 (μ s)	V_4/V_5	t_4 (μ s)	Volume (pel)
1	43.5	80	6	1.0	0	56
2	43.5	70	3	0.7	22	31
3	43.5	60	1	0.5	24	12
4	43.5	50	1	0.46	24	5

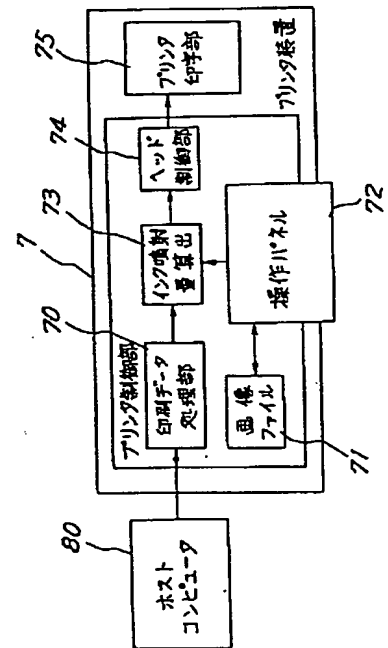
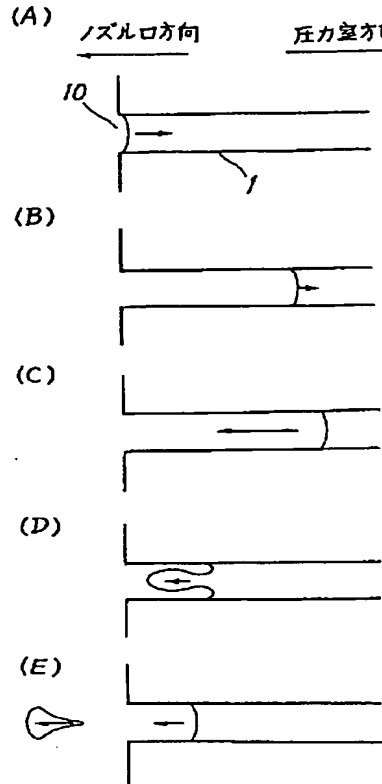
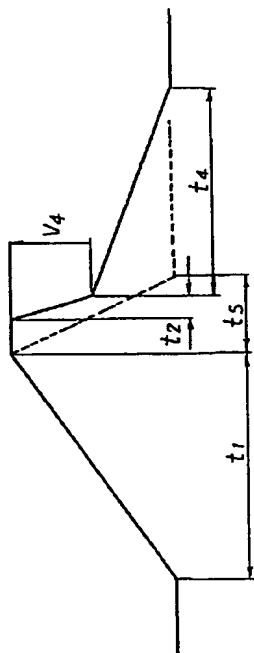
【図9】

第3の実施の形態の説明図



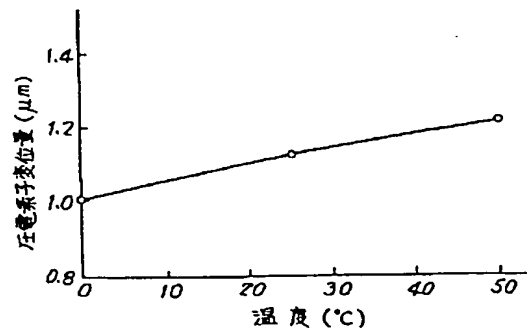
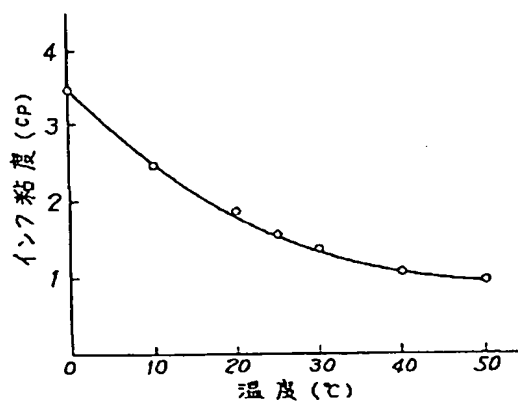
【图 2 2】

(A) ノズル口方向 圧力室方向



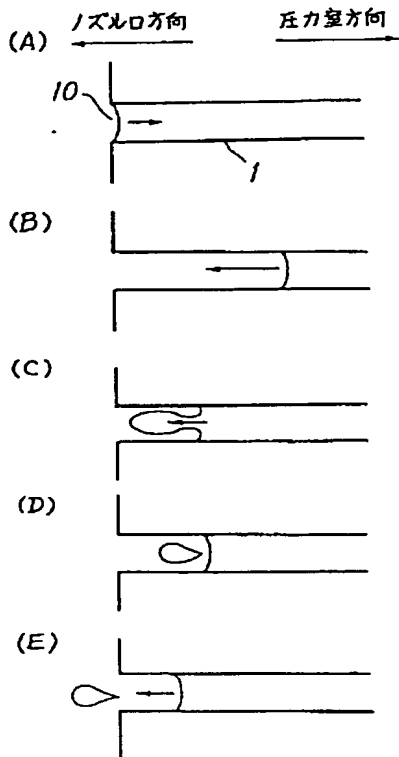
【图 17】

温度と圧電素子変位量の関係図



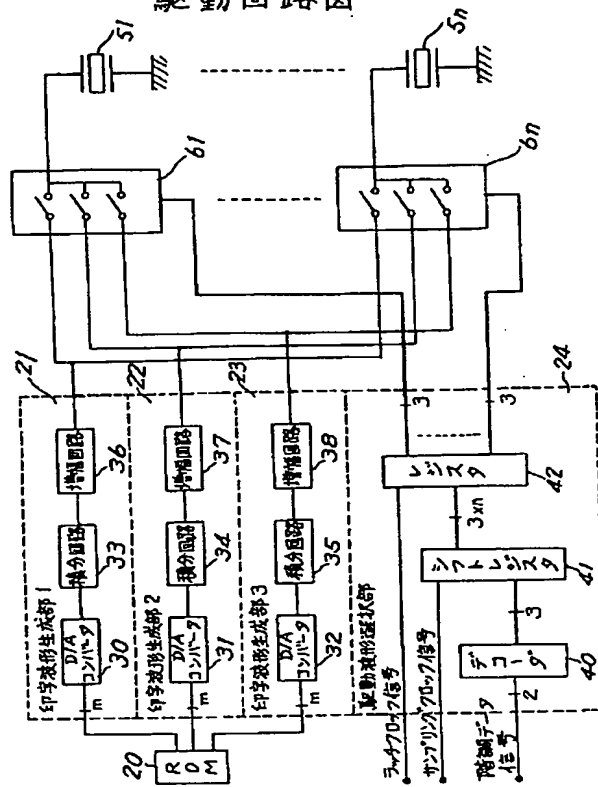
【図10】

第3の実施の形態の動作説明図



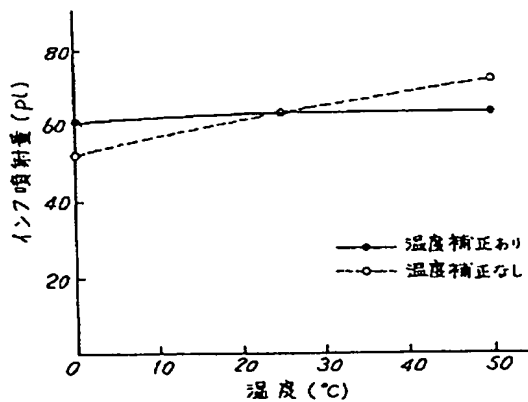
【図13】

駆動回路図



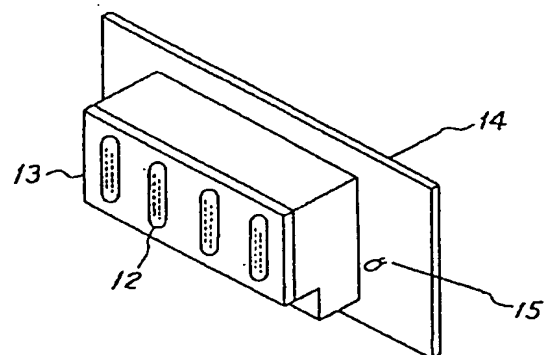
【図19】

温度とインク噴射量の関係図



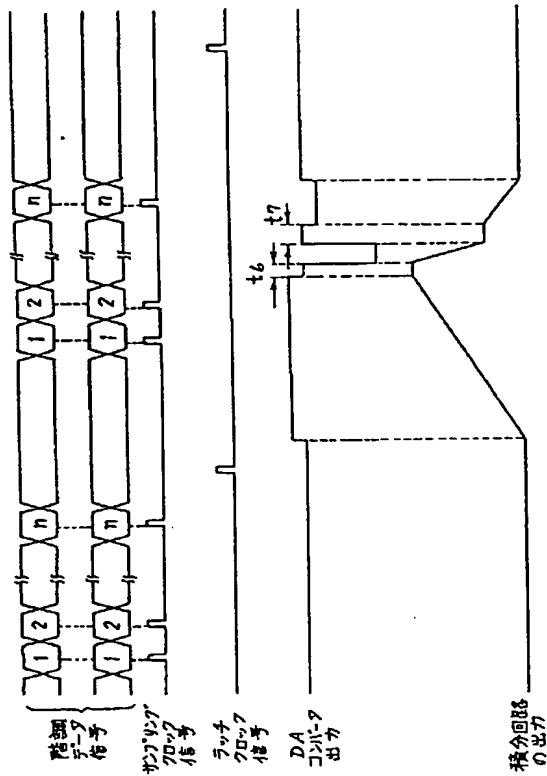
【図20】

ヘッドの構成図



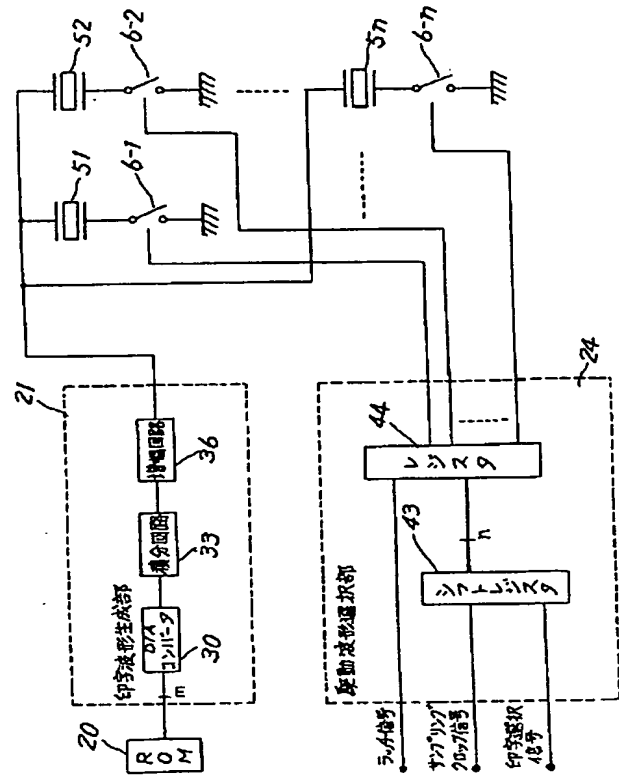
【図14】

タイムチャート図



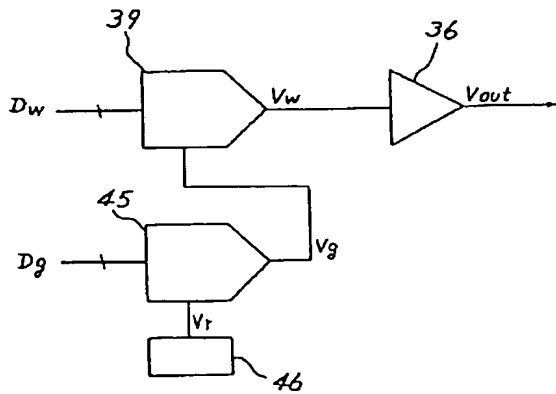
【図15】

他の駆動回路図



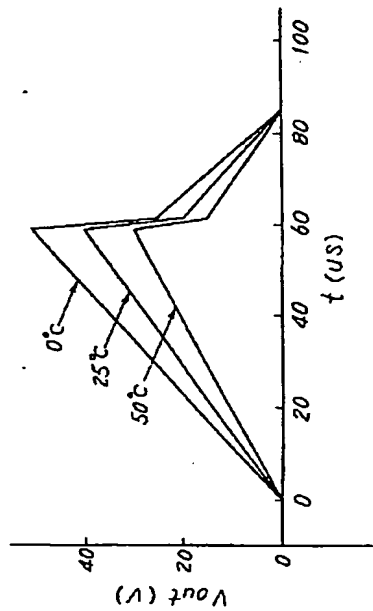
【図21】

ヘッド駆動回路の構成図



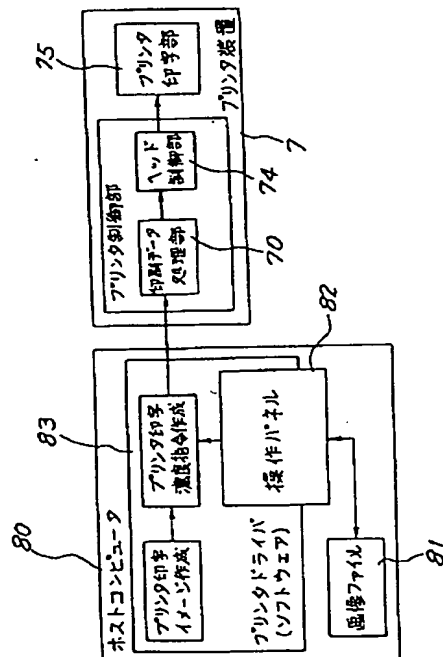
【図18】

温度補償時の駆動波形図



【図24】

他のプリントシステムの構成図



【図23】

用紙と印刷結果の関係図

(A)



小 (インク量抑制) ← インク量 → 大 (通常印字条件)

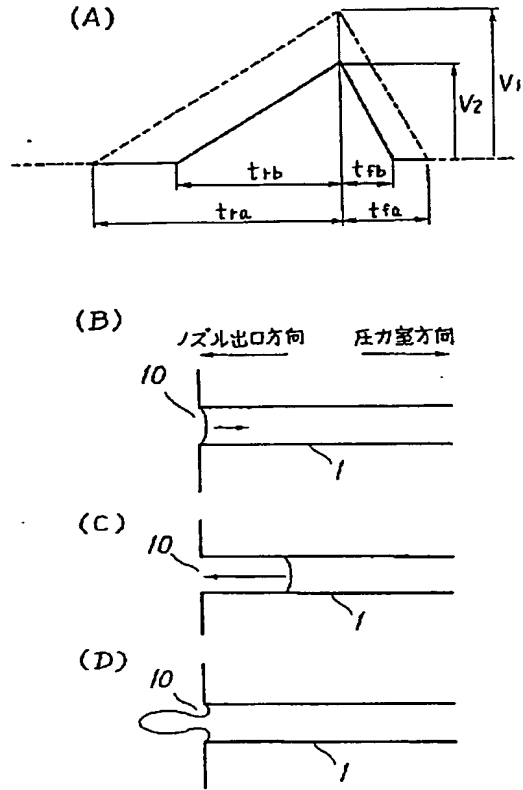
(B)



小 (インク量抑制) ← インク量 → 大 (通常印字条件)

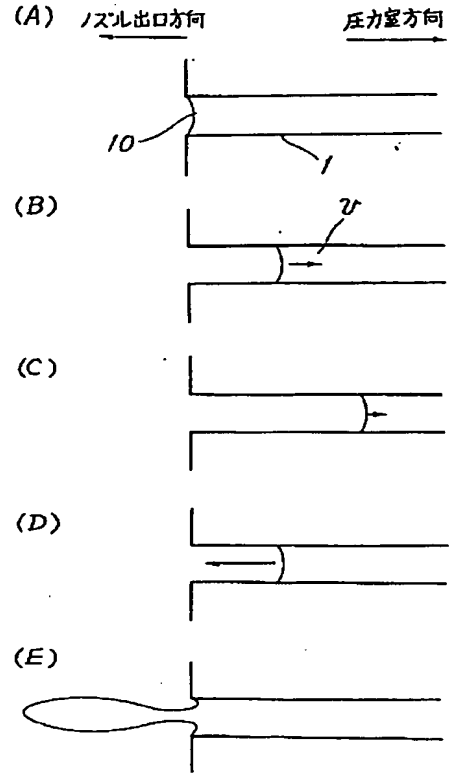
【図25】

第1の従来技術の説明図(その1)



【図26】

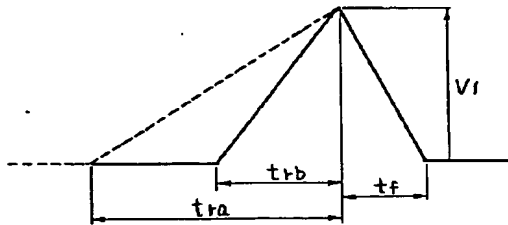
第1の従来技術の説明図(その2)



【図27】

第2の従来技術の説明図

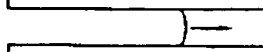
(A)



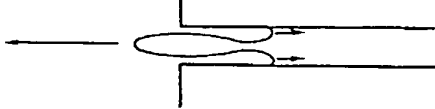
(B)



(C)



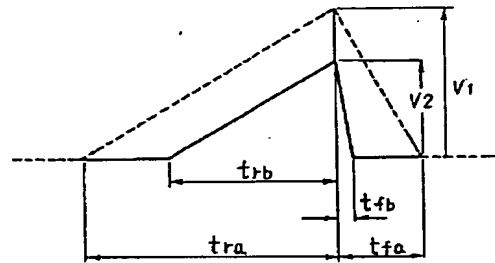
(D)



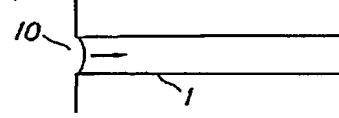
【図28】

第3の従来技術の説明図

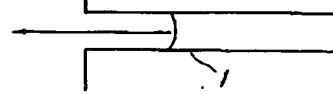
(A)



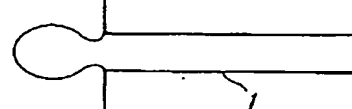
(B)



(C)



(D)



フロントページの続き

(72)発明者 仙波 聡史
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 三上 知久
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内